A XI-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2011

STUDII PRIVIND OPTIMIZAREA ROLELOR DE TRAGERE LA TURNAREA CONTINUĂ VERTICALĂ A OȚELULUI

Marius TUFOI, Ion VELA, Constantin MARTA, Daniel AMARIEI

STUDIES REGARDING THE OPTIMIZATION OF WITDRAWING ROLLERS AT VERTICAL CONTINUOUS CASTING OF STEEL

This paper presents an optimization method for withdrawal rollers to the withdrawal plant at vertical continuous casting of steel. Optimizing rollers was achieved by: use of statistical calculations applied to quantities, experimental measurements obtained directly from the withdrawal of blanks, using techniques CAD (Computer Aided Design) and CAE (Computer Aided Engineering) design, modeling and optimization of cylinders; using finite element method, FEM for static and dynamic simulations, the behavior of withdrawal-straightening rolls in continuous casting process for determining stress, elongation and movements that occur in this process. The study is both experimental and theoretical, and aims to improve the process of withdrawal of the semi continuous casting with vertical curvilinear wire of steel, using modern methods of analysis, design and optimization of mechanical drives.

Keywords: vertical continuous casting, semi-roller drawing optimization, CAD, CAE
Cuvinte cheie: turnare continuă verticală, semifabricate, role de tragere, optimizare, CAD, CAE

1. Introducere

Turnarea continuă a metalelor este un procedeu de obţinere a semifabricatelor metalice direct din metalul topit sub formă de fire,

ţagle, blumuri, tuburi de diferite dimensiuni. Procedeul constă în introducerea metalului topit într-un cristalizor (matriţă) răcit la exterior cu apă. În cristalizor are loc solidificarea parţială (la suprafaţă) a metalului. Acesta, sub presiunea metalo-statică părăseşte cristalizorul şi este preluat de un mecanism de îndreptare–tragere care ajută la extragerea semifabricatului. Semifabricatul este supus apoi unei răciri secundare, în vederea solidificării complete. Apoi, are loc debitarea semifabricatului la lungimea dorită de beneficiar şi evacuarea lui din fluxul de producţie spre secţia de control al calității.

Turnarea continuă a metalelor şi în special al oţelului, este un procedeu utilizat tot mai mult pe plan naţional şi mondial datorită avantajelor majore pe care le are în comparaţie cu turnarea clasică a semifabricatelor de oțel [1].

Astfel, modernizarea şi optimizarea procesului de turnare continuă, inclusiv a instalaţiilor de tragere a semifabricatelor constituie o preocupare intensă a cercetărilor în domeniu.

2. Formularea problemei

Autorii propun optimizarea cilindrilor (rolelor) de tragere la o instalație de turnare continuă a oţelului slab aliat utilizat pentru obţinerea de ţevi. Este o instalație de turnare continuă verticală, cu fir curbiliniu, echipată cu patru caje de îndreptare-tragere.

Schema unei caje de tragere este prezentată în figura1 şi figura 2.

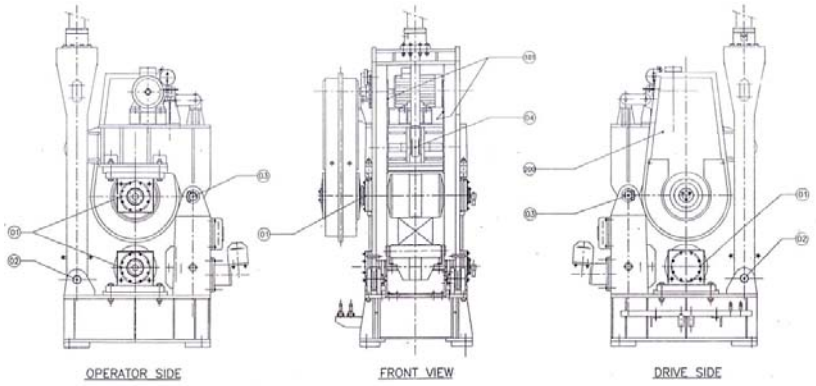


Fig.1 Instalație de tragere-îndreptare cu caje de tragere cu role

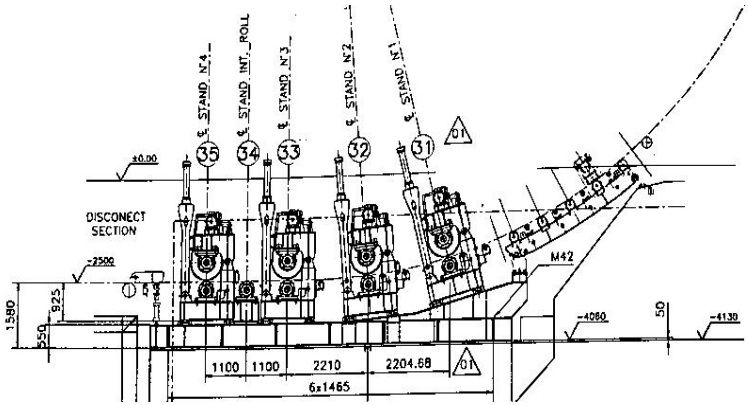


Fig. 2 Instalație de tragere cu patru caje de tragere cu role

Instalația este proiectată pentru turnarea continuă a ţaglelor rotunde cu diametrul maxim Ø350mm şi a sleburilor cu dimensiuni maxime 400x250 mm [2]. Cilindri de retragere, cel superior şi cel inferior, precum şi schema cajelor de tragere sunt prezentați în fig.3

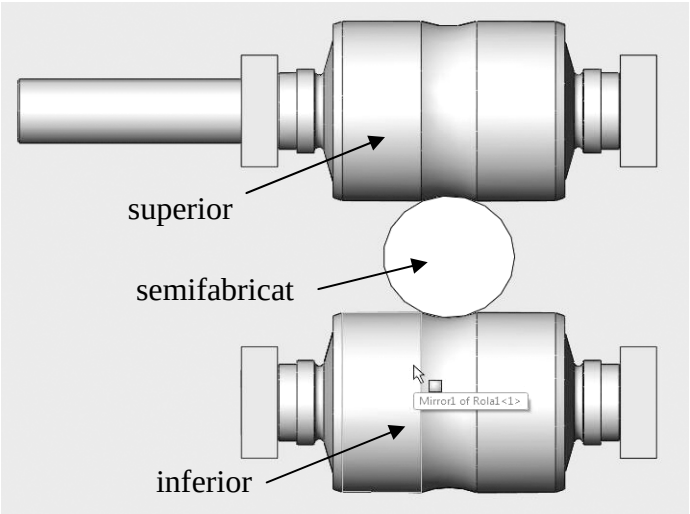
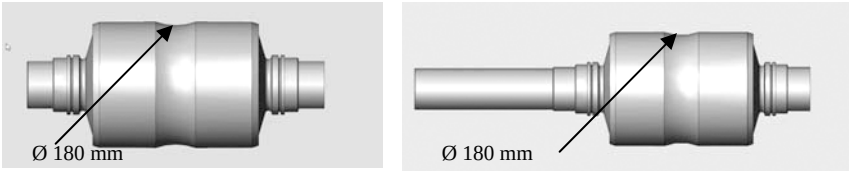


Fig. 3 Cilindru (rolă) de tragere superior(ă) şi inferior(ă)

La aceasta instalație de turnare continuă, la schimbarea dimensiunilor semifabricatului este necesară schimbarea cilindrilor de retragere care sunt prelucrați conform cu fiecare dimensiune de profil retras. Aceasta schimbare este necesară doar în cazul profilelor rotunde, fiecare cilindru de retragere fiind prelucrat cu raza de tragere diferită.



a). b).

Fig. 4 Cilindru de tragere inferior a) şi superior b) prelucrați cu o singură rază de tragere

Maşina de turnare continuă descrisă anterior este utilizată pentru obținerea de semifabricate cu profil rotund cu următoarele diametre: Ø 100 mm, Ø 250 mm, Ø 280 mm şi Ø 350 mm. La schimbarea dimensiunilor profilului retras este necesară şi înlocuirea cilindrilor de retragere pentru fiecare dimensiune în parte. Acest fapt prezintă o serie de dezavantaje :

- timpi mari necesari pentru schimbarea a 24 de cilindri metalici cu o masă medie de 450 kg fiecare;
- schimbarea cilindrilor presupune reglaje şi calibrări după montajul lor în cajele de retragere;
- spațiu mare pentru depozitarea şi transferul cilindrilor.

Pentru înlăturarea acestor dezavantaje, autori propun proiectarea şi optimizarea unei perechi de cilindri de retragere cu raze multiple capabilă să retragă toate cele patru dimensiuni de profile rotunde [3].

3. Soluția pentru optimizare

Proiectarea şi optimizarea s-a realizat utilizând tehnici de proiectare şi optimizare CAD şi CAE şi s-a utilizat metoda elementelor finite pentru simulări asupra cilindrilor proiectaţi [4]. S-a urmărit realizarea unui cilindru care să fie utilizat pentru retragerea a patru dimensiuni de semifabricate rotunde cu diametrele de Ø 180 mm, Ø 250 mm, Ø 280 mm şi Ø 350 mm. În prima fază s-au făcut cercetări

experimentale în procesul de turnare continuă pentru a determina valori şi ridicarea de caracteristici ai principalilor parametrii care influenţează procesul de tragere şi anume:

- presiunea aplicată pe cilindrul superior [bar];
- temperatura de turnare (realizată peste temperature liquids) [^{0}C];
- viteza de tragere [m/min];
- diametrul profilului [mm].

Rezultatele determinărilor experimentale prelucrate statistic ne arată interdependenţa acestor parametrii, unul în funcţie de ceilalţi trei.

O parte a mărimilor măsurate sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

Diametru [mm]	Presiune [Barr]	TLiq [^{0}C]	ΔT [^{0}C]	V_{tr} [m/min]
180	63	1520	43	1.75
180	63	1520	22	2.20
180	63	1523	31	2.00
180	63	1523	37	1.80
180	63	1506	33	1.80
180	63	1506	14	2.20
180	62	1508	21	1.90
350	77	1498	35	0.45
350	77	1498	36	0.50
350	77	1498	25	0.50
350	77	1498	28	0.55
350	77	1498	28	0.55
350	76	1499	21	0.55
350	75	1499	24	0.55
350	75	1499	19	0.60
350	75	1499	18	0.60
350	76	1497	26	0.55
350	76	1497	29	0.55
350	76	1497	23	0.55
350	76	1497	24	0.55
350	76	1498	31	0.50
350	76	1498	34	0.50

În figurile 5-8 se prezintă rezultatele simulării statice cu MEF care s-a efectuat în cazul cilindrilor cu 4 raze de tragere şi rezultatele de tensiuni, deformaţii, deplasări. Se constată că, aplicând aceleaşi încărcări statice ca şi în cazul cilindrilor cu o singură rază de tragere, valorile critice nu sunt depăşite. Aceste concluzii demonstrează faptul

că soluţia propusă de autori este viabilă şi se poate aplica în procesul de tragere a semifabricatelor la turnarea continuă verticală cu fir curbiliniu a oţelului.

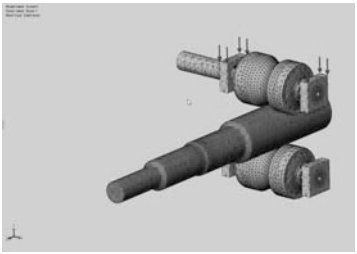


Fig. 5 Analiza cu MEF

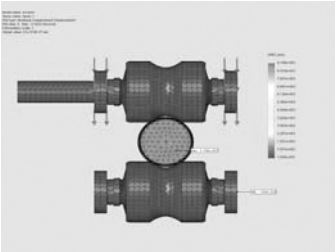


Fig. 6 Deplasări

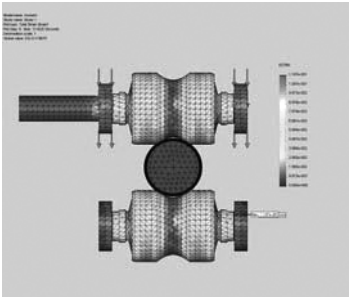


Fig. 7 Deformaţii

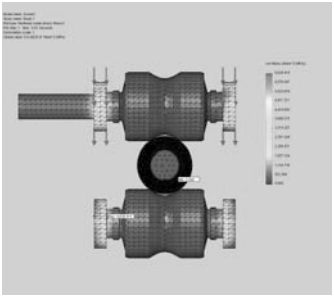


Fig. 8 Tensiuni

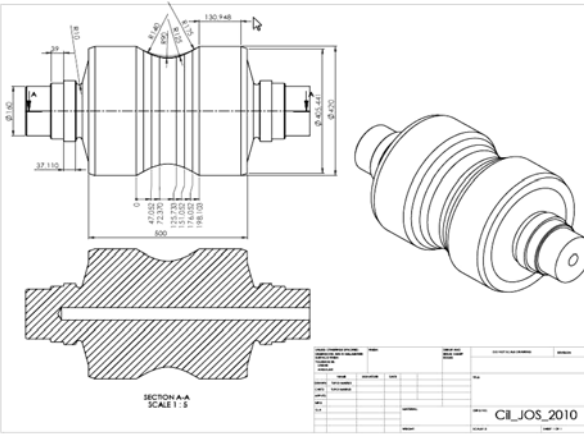


Fig. 9 Desen de execuţie cilindru inferior optimizat

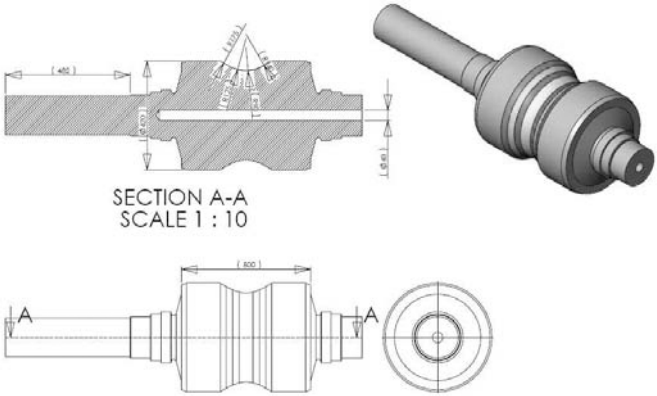


Fig. 10 Desen de execuţie cilindru superior optimizat

Desenul de execuție a cilindrului inferior este prezentat în figura 9 iar cel al cilindrului superior în figura 10.

În urma analizei datelor statistice se constată următoarele:

- presiunea aplicată pe cilindrul superior este direct proporțională cu diametrul semifabricatului retras;
- viteza de retragere creşte când temperatura Δt peste temperatura lichidus scade;
- viteza de retragere este strâns corelată şi dependentă de dimensiunile semifabricatului şi presiunea pe cilindrul superior de tragere.

În urma simulărilor efectuate prin metoda elementelor finite se constată că diametrul ideal prelucrat pe cilindru este acela identic cu cel al semifabricatului tras datorită faptului că asigură suprafeţele de contact maxime dintre cilindru şi semifabricat. Se obţine astfel o forţă de strângere maximă a cilindrilor pe semifabricat, o bună evacuare a căldurii şi se evită deformarea semifabricatului. În figurile 9 şi 10 se prezintă cilindri de retragere prelucraţi cu raze multiple, care pot retrage 4 tipuri de semifabricate rotunde fără a fi necesară schimbarea lor.

4. Concluzii

În urma analizei făcute de către autori asupra procesului de tragere a semifabricatelor la turnarea continuă verticală cu fir curbiliniu, se constată că metoda actuală de tragere cu cilindri cu o singură rază de tragere prezintă următoarele dezavantaje:

■ o pereche de cilindri cu o singură rază de profil rotund permite retragerea unei singure dimensiuni de semifabricat;

■ este necesară schimbarea cilindrilor la toate cele 4 caje de retragere pentru fiecare dimensiune de profil tras;

■ scăderea productivităţii maşinii de turnare continuă datorită timpilor morţi necesari schimbării cilindrilor;

■ timpi morţi datorită necesităţii reglajelor după schimbarea cilindrilor;

■ spaţiu mare necesar pentru depozitarea cilindrilor .

Prin utilizarea cilindrilor cu raze multiple de tragere propuse de autori toate dezavantajele de mai sus se pot înlătura. Astfel, implementarea în procesul de tragerea semifabricatelor la maşinile de turnare continuă, a cilindrilor cu rază multiplă de tragere contribuie la:

■ creşterea productivității instalației de turnare continuă a oţelului;

■ reducerea timpilor morţi necesari schimbării cilindrilor de tragere;

■ economie de material şi manoperă necesare construirii unui set de cilindrii pentru fiecare dimensiune de semifabricat tras;

■ este posibilă retragerea de blumuri şi la cilindri de tragere cu rază multiplă.

BIBLIOGRAFIE

[1] Tufoi, M., Vela, I., Marta, C., Amariei, D., Tuta, A.I., Mituletu, C., *Studies on Optimization of Withdrawing Cylinder at Vertical Continuous Casting of Steel* European Conference of Mechanical Engineering (ECME '10), pag. 119-124.
[2] Tufoi, M., Vela, I., Marta, C., *Optimization of the Withdrawal of Profiles at the Horizontal Continuous Casting Plant*, Analele Universitatății „Eftimie Murgu” Reşița, Anul XVI, nr. 1, 2009, ISSN 1543 – 7394.
[3] Marta, C., *Numerical methods of simulation of casting and solidification of metal alloys*, ”Eftimie Murgu”, Publishing House, ISBN:973-8286-66-2, Reşița, 2005.
[4] * * * www.solidworks.com

Drd.Ing. Marius TUFOI
membru AGIR, e-mail: m.tufoi@uem.ro
Prof.Univ.Dr.Ing. Ion VELA
membru AGIR, e-mail: i.vela@uem.ro
Conf.Univ.Dr.Ing. Constantin MARTA
e-mail:c.marta@uem.ro
Drd.Ing. Daniel AMARIEI
membru AGIR, e-mail: m.tufoi@uem.ro
Universitatea „Eftimie Murgu” Reşița